

prior art cited
by inventors

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-040663

(43)Date of publication of application : 08.02.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/205

(21)Application number : 10-225347

(71)Applicant : SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD

(22)Date of filing : 23.07.1998

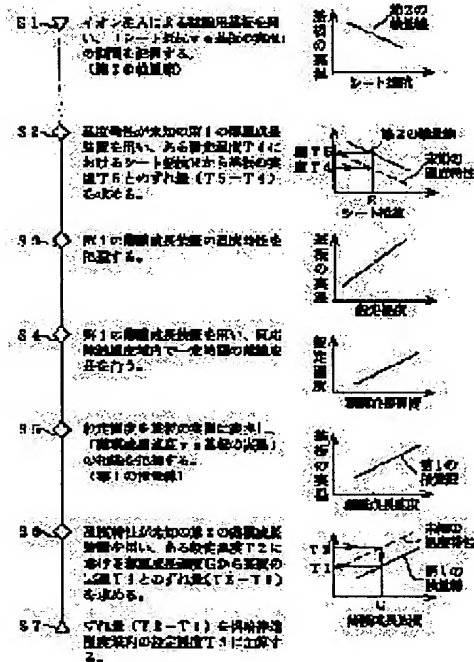
(72)Inventor : KASHINO HISATOSHI
KANETANI KOICHI

(54) CORRECTION METHOD OF THIN FILM GROWTH TEMPERATURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable the actual temperature of a substrate to be measured and corrected in a short time, by a method wherein a temperature difference between the set temperature of a heating source obtained from a thin film growth speed in a reaction rate determining temperature region, and the actual temperature of the substrate is added to the set temperature of the heating source at the growth of a thin film in a feed rate determining temperature region.

SOLUTION: A test substrate where ions are implanted is thermally treated at various set temperatures for a certain time by the use of a thermal treatment device of already-known temperature characteristics to form a second calibration curve which represents a correlation between a sheet resistance and the actual temperature of the substrate (S1). A temperature difference $T_5 - T_4$ is obtained on the basis of a sheet resistance R that is obtained by the use of a first thin film growth device whose temperature characteristics are unknown at a set temperature T_4 of heating source, where T_5 denotes the actual temperature of the substrate (S2). The temperature characteristics of the first thin film growth device are grasped (S3). A thin film is grown for a certain time to obtain a straight line that indicates a correlation between a growth rate and the set temperature of a heat source (S4). The set temperature is converted to the actual temperature of a substrate by moving a y segment of the straight line by $T_5 - T_4$ (S5). A temperature difference $T_2 - T_1$ is obtained by the use of the second thin film growth device, wherein T_2 denotes a certain set temperature, and T_1 denotes the actual temperature of a substrate that is obtained on the growth rate of a thin film, and the temperature difference $T_2 - T_1$ is added to a set temperature T_3 (S6 and S7).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.04.2000
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number] 3269463
[Date of registration] 18.01.2002
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3269463号
(P3269463)

(45) 発行日 平成14年 3 月25日 (2002. 3. 25)

(24) 登録日 平成14年 1 月18日 (2002. 1. 18)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

請求項の数 6 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-225347

(22) 出願日 平成10年 7 月23日 (1998. 7. 23)

(65) 公開番号 特開2000-40663 (P2000-40663A)

(43) 公開日 平成12年 2 月 8 日 (2000. 2. 8)

審査請求日 平成12年 4 月27日 (2000. 4. 27)

(73) 特許権者 000190149

信越半導体株式会社

東京都千代田区丸の内 1 丁目 4 番 2 号

(72) 発明者 榎野 久寿

群馬県安中市磯部 2 丁目 13 番 1 号 信越

半導体株式会社 磯部工場内

(72) 発明者 金谷 晃一

群馬県安中市磯部 2 丁目 13 番 1 号 信越

半導体株式会社 磯部工場内

(74) 代理人 100090527

弁理士 館野 千恵子

審査官 藤原 敬士

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜成長温度の補正方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 反応律速温度領域内の薄膜成長速度から求めた加熱源の設定温度と基板の実温との間のずれ量を、供給律速温度域内で薄膜成長を行う際の加熱源の設定温度に加算することを特徴とする薄膜成長温度の補正方法。

【請求項 2】 前記加熱源の設定温度と前記基板の実温との間のずれ量は、加熱源の設定温度と基板の実温とのずれ量が既知の第 1 の薄膜成長装置を用い、反応律速温度域内の複数の設定温度にて一定時間、基板上に薄膜を成長させることにより、薄膜成長速度と基板の実温との関係を表す第 1 の検量線を作成するステップと、加熱源の設定温度と基板の実温との間のずれ量が未知の第 2 の薄膜成長装置を用い、前記反応律速温度域内のあ

る設定温度 T_1 にて基板上に薄膜を成長させた時の薄膜成長速度 G を求めるステップと、

前記第 1 の検量線にもとづいて前記薄膜成長速度 G に対応する基板の実温 T_2 を求めるステップとを経て ($T_2 - T_1$) として算出し、

前記第 2 の薄膜成長装置を用いた薄膜成長に際して供給律速温度域内のある設定温度 T_3 にこのずれ量 ($T_2 - T_1$) を加算することを特徴とする請求項 1 記載の薄膜成長温度の補正方法。

【請求項 3】 前記第 1 の薄膜成長装置における加熱源の設定温度と基板の実温とのずれ量は、

イオン注入により既知濃度の不純物が導入された試験用基板を加熱源の設定温度と基板の実温とのずれ量が既知の熱処理装置に搬入し、前記反応律速温度域内および／または前記供給律速温度域内の複数の設定温度にて一定

時間の熱処理を行うことにより、該試験用基板のシート抵抗と基板の実温との関係を表す第2の検量線を作成するステップと、

イオン注入により既知濃度の不純物が導入された試験用基板に対し、前記第1の薄膜成長装置を用いて、ある設定温度 T_4 にて熱処理を施した時のシート抵抗 R を求めるステップと、

前記第2の検量線にもとづいて前記シート抵抗 R に対応する基板の実温 T_5 を求めるステップとを経て、

前記設定温度 T_4 との前記基板の実温 T_5 との差($T_5 - T_4$)として求めることを特徴とする請求項2記載の薄膜成長温度の補正方法。

【請求項4】 前記第2の薄膜成長装置における薄膜成長温度のモニタを、熱電対を用いて行うことを特徴とする請求項1記載の薄膜成長温度の補正方法。

【請求項5】 前記基板がシリコン単結晶基板であり、その上に成長される薄膜がシリコンエピタキシャル層であることを特徴とする請求項1記載の薄膜成長温度の補正方法。

【請求項6】 前記反応律速温度域が 900°C 以上、 1050°C 未満であり、前記供給律速温度域が 1050°C 以上であることを特徴とする請求項4記載の薄膜成長温度の補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は薄膜成長温度の補正方法に関し、特にプロセス中の半導体基板の実際の温度を正確に制御するための技術に関する。

【0002】

【従来の技術】プロセス中の半導体基板の実際の温度（以下、基板の実温と称する。）を正確に測定する技術は、種々の半導体プロセスにおいて重要である。特に、CVD (chemical vapor deposition) 装置を用いて薄膜成長を行う場合には、成長される薄膜の厚さ、抵抗率の均一性や再現性、埋込み不純物拡散層の拡散プロファイル等の特性に基板の実温が大きく影響するため、高精度の温度制御が要求される。従来、半導体基板温度の測定方法としては、熱電対や光高温計を用いる方法が知られている。

【0003】熱電対は通常、半導体製造装置内で半導体基板を載置するためのサセプタの裏面中央に埋設される形で使用され、この場合の半導体基板温度は加熱源の出力と熱電対の出力電圧との相関にもとづいて決定される。熱電対は測定可能範囲が広く、測定の上記相関の直線性も良いため、広く用いられている。しかし、熱電対から得られる温度情報と基板の実温との間には、ずれが生ずる。このずれは元来、熱電対の測定対象が半導体基板ではなく、これを載置するサセプタであることに起因するが、加熱源の出力の設定、サセプタの設置位置、部品交換に伴って同一装置内、あるいは異なる装置間で発

生する場合もあり、実際のプロセスが設定温度とは異なる温度で進行してしまう原因となる。一方の光高温計は、加熱された半導体基板からの輻射光の輝度を標準ランプの輝度と比較することにより該半導体基板の温度を求めるものであり、 800°C 以上の高温域における測定に適している。しかし、光高温計を用いる場合、CVD装置の石英製反応炉の壁越しに輝度を測定するため、炉壁の汚れ具合や厚さによって該炉壁に吸収される輻射光量が一定せず、基板の実温を正確に測定することが難しいという問題がある。

【0004】これらの問題を解決する方法として、特開平3-142948号公報に、イオン注入ウェーハを用いた半導体基板の表面温度測定方法が提案されている。この方法ではまず、イオン注入によって表面に一定濃度の不純物注入層が形成された拡散ウェーハを複数枚用意し、これらの拡散ウェーハの各々を温度特性が既知の熱処理炉内に載置して複数の異なる温度条件下で一定時間だけ熱処理することによりイオン注入された不純物を拡散させ、続いて各拡散ウェーハのシート抵抗を測定してシート抵抗と既知の温度との相関を表す検量線を作成する。次に、測定対象の反応炉内に上記拡散ウェーハを載置し、薄膜の成長温度にて検量線作成時の熱処理時間と同じ時間だけ熱処理を行った後に、該拡散ウェーハのシート抵抗をたとえば四探針法で測定する。先の検量線からこのシート抵抗値に対応する温度を求めることにより、測定対象の反応炉内に載置された基板の実温を正確に知ることができるのである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平3-142948号公報に開示される技術では、基板の実温を測定するたびに、イオン注入により作製した拡散ウェーハが少なくとも1枚必要である。しかし、この拡散ウェーハは作製に時間がかかる上、高価であり、特に直径 200mm 以上の大口径品については入手が困難である。しかも、この拡散ウェーハは測定のためだけに作製されるものであって、他に用途が無い。また、基板の実温を測定するための上記熱処理だけでも1時間程度の時間を要し、これにたとえば拡散ウェーハの冷却やシート抵抗測定に要する時間が加わるので、1回の測定には少なくとも2時間以上の時間が費やされることになる。

【0006】このように、拡散ウェーハを用いた測定方法は精度には優れるものの、これを常に繰り返すと経済性や生産性が損なわれるおそれ大きい。そこで本発明はこれらの課題を解決し、半導体基板の実温を低コストかつ短時間に測定し、補正できる方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜成長温度の補正方法は、上述の目的を達成するために提案されるも

のであり、反応律速温度領域内の薄膜成長速度から求めた加熱源の設定温度と基板の実温とのずれ量を、供給律速温度域内で薄膜成長を行う際の加熱源の設定温度に加算するものである。

【0008】加熱源の設定温度と基板の実温とのずれ量を求めるには、まず、このようなずれ量が既にわかっている第1の薄膜成長装置を用い、反応律速温度域内の複数の設定温度にて一定時間、基板上に薄膜を成長させることにより、薄膜成長速度と基板の実温との関係を表す第1の検量線を作成する。次に、このようなずれ量が知られていない第2の薄膜成長装置を用い、反応律速温度域内のある設定温度 T_1 にて基板上に薄膜を成長させた時の薄膜成長速度 G を求める。次に、先に作製した第1の検量線にもとづいて上記の薄膜成長速度 G に対応する基板の実温 T_2 を求める。この基板の実温 T_2 から設定温度 T_1 を差し引いた値($T_2 - T_1$)がずれ量である。よって、第2の薄膜成長装置を用いた薄膜成長に際して供給律速温度域内のある設定温度 T_3 にこのずれ量($T_2 - T_1$)を加算すれば、薄膜成長速度の補正を行うことができる。

【0009】このためには、上記の第1の薄膜成長装置における加熱源の設定温度と基板の実温とのずれ量を予め明らかにしておく必要があるが、これは、加熱源の設定温度と基板の実温とのずれ量が既知の熱処理装置に既知濃度の不純物がイオン注入された試験用基板を搬入し、反応律速温度域内および／または供給律速温度域内の複数の設定温度にて一定時間の熱処理を行うことにより、該試験用基板のシート抵抗と基板の実温との関係を表す第2の検量線を作成する。次に、イオン注入により既知濃度の不純物が導入された試験用基板を第1の薄膜成長装置に搬入し、ある加熱源の設定温度 T_4 にて熱処理を施した時のシート抵抗 R を求め、このシート抵抗 R に対応する基板の実温 T_5 を第2の検量線から求める。この設定温度 T_4 との基板の実温 T_5 との差($T_5 - T_4$)を、第1の薄膜成長装置の普遍的な温度誤差とみなすのである。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明は、薄膜成長速度が温度に相関している点に着目し、反応律速温度域で作成した

「薄膜成長速度 v vs 基板の実温」を表す第1の検量線をもとに、温度特性、すなわち加熱源の設定温度と基板の実温とのずれ量が未知の薄膜成長装置の該ずれ量を把握することにより、該薄膜成長装置を用いて供給律速温度域で実際の薄膜成長を行う場合にも、その設定温度に上記のずれ量を加えて温度の補正を行うものである。本発明によれば、薄膜の製造に実際に用いられる半導体基板を測定に用いることができ、従来のごとく他に用途の無い高価な拡散ウェーハを測定のたびに1枚消費する必要もなくなる。

【0011】なお、上記の「薄膜成長速度 v vs 基板の実

温」を表す第1の検量線を作成するための第1の薄膜成長装置については、温度特性の把握のために従来どおりイオン注入による拡散ウェーハを試験用基板として用い、加熱源の設定温度と基板の実温とのずれ量を把握しておく必要がある。しかし、この温度特性を一旦把握してしまえば後は拡散ウェーハは不要なので、測定にかかるコストも時間も大幅に節約することができる。

【0012】ここで、薄膜成長における反応律速温度域とは、十分量の原料ガスが供給されているにもかかわらず、半導体基板の温度が低いために原料ガスの反応とそれに続く薄膜の成長が十分な速度では進行しない温度域である。この温度域における薄膜成長速度は主として基板の実温に依存し、反応炉内のガス流の影響を受けにくい。このため、薄膜成長速度は半導体基板の温度変化に比例して大きく変化する一方で、同一基板温度における薄膜成長速度に装置間の差や部品の設置状況の差の影響を受けにくく、薄膜成長速度と基板の実温との間によい直線性が成り立つ。本発明において、「薄膜成長速度 v vs 基板の実温」を表す第1の検量線を反応律速温度域で作成する理由はここにある。シラン系ガスを用いてシリコン単結晶基板上にシリコンエピタキシャル膜を形成するプロセスの場合、反応律速温度域は 900°C 以上、 1050°C 未満の領域である。

【0013】一方の供給律速温度域とは、半導体基板の温度が十分に高く、原料ガスの反応が速やかに進行するので、原料ガスの供給量に比例して薄膜の成長速度が変化する温度域である。この温度域における薄膜成長速度は、反応炉内のガス流の影響を受けやすいため、装置間の差や部品の設置状況の差の影響も大きくなる。しかし、得られる薄膜の品質や生産性の観点から、工業生産の現場では薄膜成長はこの温度域で行われる。シラン系ガスを用いてシリコン単結晶基板上にシリコンエピタキシャル膜を形成するプロセスの場合、供給律速温度域は 1050°C 以上の領域である。イオン注入による拡散ウェーハを試験用基板として用いながら「シート抵抗 v vs 基板の実温」を表す第2の検量線を作成する際には、複数の設定温度を反応律速温度域のみに設けても、または供給律速温度域のみに設けても、あるいはこれら両方の領域にわたって設けても構わない。ただし、最も高い精度が得られるのは、設定温度を両方の領域にわたって設けた場合である。

【0014】シリコンエピタキシャル成長における温度補正を前提とする場合、拡散ウェーハとしては、ホウ素(B)またはリン(P)を不純物としてシリコン単結晶基板上に $10^{14}/\text{cm}^2$ 程度のオーダーでイオン注入したものを用いる。この後、拡散ウェーハのイオン注入側をシリコン酸化膜で被覆することが好ましい。このシリコン酸化膜が存在する場合には、注入された不純物がすべて拡散ウェーハの内部へ拡散するので、温度の増大と共に拡散深さが大きくなり、シート抵抗が低下する。

【0015】本発明における実際の温度補正の手順を図1に示す。まずステップS1において、イオン注入による試験用基板と温度特性が既知の熱処理装置を用い、複数の設定温度にて一定時間の熱処理を行い、シート抵抗と基板の実温との相関を表す第2の検量線を作成する。次にステップS2において、温度特性が未知の第1の薄膜成長装置を用い、ある加熱源の設定温度 T_4 におけるシート抵抗 R から基板の実温 T_5 とのずれ量($T_5 - T_4$)を求める。次にステップS3において、第1の薄膜成長装置の温度特性を把握する。このとき得られる設定温度と基板の実温との相関は、 $y = x$ の直線に上記のずれ量($T_5 - T_4$)が加算されたものとなる。ここでは($T_5 - T_4$)を正の値と仮定して図示したが、負の値となる場合もちろんある。

【0016】このようにして温度特性が明らかとなった第1の薄膜成長装置を用い、ステップS4では反応律速温度域内の複数の設定温度において一定時間の薄膜成長を行い、成長速度と加熱源の設定温度との相関を示す直線を得る。続くステップS5では、上記の設定温度を基板の実温に変換する。この変換は、上記の直線の y 切片を($T_5 - T_4$)だけ移動させることで行うことができる。次にステップS6において、温度特性が未知の第2の薄膜成長装置を用い、反応律速温度域内のある設定温度 T_2 における薄膜成長速度 G から基板の実温 T_1 とのずれ量($T_2 - T_1$)を求める。ここでは($T_2 - T_1$)を正の値と仮定して図示したが、負の値となる場合もちろんある。最後にステップS7において、供給律速温度域内のある加熱源の設定温度 T_3 に上記のずれ量($T_2 - T_1$)を加算する。こうして、新しい設定温度を $T_3 + (T_2 - T_1)$ と定めることにより基板の実温を T_3 に調節し、正確な薄膜成長を行うことが可能となる。

【0017】

【実施例】以下、本発明の具体的な実施例について説明

SiHCl ₃ 流量 (H ₂ で20%に希釈)	: 20リットル/分
基板の主表面側のH ₂ 流量	: 50リットル/分
サセプタ裏側のH ₂ 流量	: 5リットル/分
成長時間	: 2分

各設定温度にて得られたシリコンエピタキシャル層の厚さから薄膜成長速度($\mu\text{m}/\text{分}$)を算出し、薄膜成長速度 v と加熱源の設定温度の相関図を作成した。さらに、上記設定温度を基板の実温に換算し、図4に示されるような第1の検量線を得た。

【0020】上記第1の検量線を用い、温度特性が未知の第2の枚葉式エピタキシャル成長装置の温度補正を行った。ただし、この枚葉式エピタキシャル装置は、薄膜成長温度のモニタを、サセプタ裏面中央に埋設された熱電対を用いて行うものである。ここで、温度モニタに熱電対を用いたのは、この測定手段が加熱源の出力に対して広い温度範囲にわたり良い直線関係を保ちながら温度

する。ここでは、直径200mm、抵抗率 $0.01\Omega \cdot \text{cm} \sim 0.02\Omega \cdot \text{cm}$ 、主表面の面方位(100)の p^+ 型シリコン基板上に、抵抗率 $10\Omega \cdot \text{cm}$ の p -型シリコンエピタキシャル層を気相成長させる薄膜成長プロセスを想定した温度補正を行う。まず、イオン注入による試験用基板として、直径200mm、抵抗率 $10\Omega \cdot \text{cm}$ 、主表面の面方位(100)の p -型シリコン単結晶基板に n 型不純物であるリンをイオン注入したものを複数枚用意した。このイオン注入は、一例としてイオン加速エネルギー50KeV、ドーズ量 $3.0 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ にて行った。また、イオン注入した試験用基板の主表面には、CVD法によって厚さ $0.5\mu\text{m}$ のシリコン酸化膜を形成した。

【0018】次に、温度特性が既知の熱拡散炉内に上記試験用基板を1枚ずつセットし、950℃、1000℃、1050℃、1100℃、1150℃、1200℃の各温度にて1時間の熱処理を行った。この950℃～1200℃の温度域は、シリコンエピタキシャル成長における反応律速温度域から供給律速温度域にまたがるものである。得られた検量線(第2の検量線)を図2に示す。次に、赤外線ランプ加熱を加熱源とする温度特性が未知の第1の枚葉式エピタキシャル反応炉内のサセプタ上に先の試験用基板の1枚をセットし、加熱源の設定温度を1110℃として1時間の熱処理を行い、該設定温度におけるシート抵抗を求め、図2から読み取れる基板の実温と比較した。この差にもとづいて作成した加熱源の設定温度と試験用基板の実温との相関を示したグラフが、図3である。

【0019】次に、900℃～1000℃の反応律速温度域内の幾つかの設定温度において、第1の枚葉式エピタキシャル反応炉を用い、シリコンエピタキシャル層の気相成長を行った。気相成長条件は、一例として下記のとおりとした。

情報を出力できるからである。本発明では、反応律速温度域で作成された第1の検量線にもとづいて得られた加熱源の設定温度と基板の実温とのずれ量を供給律速温度域における温度補正にそのまま用いるので、反応律速温度域から供給律速温度域にわたる広い温度範囲で応答の直線性が求められるのである。

【0021】まず、第2の枚葉式エピタキシャル成長装置における加熱源の設定温度を950℃として上記の条件でシリコンエピタキシャル成長を行った。得られたシリコンエピタキシャル層の厚さと成膜時間から、薄膜成長速度は $1.18\mu\text{m}/\text{分}$ であることがわかった。しかし、図4に示した第1の検量線によると、 $1.18\mu\text{m}$

／分の薄膜成長速度を達成する基板の実温は942.2℃であった。つまり、実際には設定温度よりも7.8℃低い温度しか達成されていなかったことが判明した。実際の工業生産においては基板の実温を1110℃としたいので、この装置の加熱源の設定温度を7.8℃高めて1117.8℃とした。これによって、基板の実温をちょうど1110℃に制御することができ、精度良くシリコンエピタキシャル成長を行うことが可能となった。

【0022】以上、本発明の具体的な実施例を挙げたが、本発明はこの実施例に何ら限定されるものではない。たとえば、上記の実施例ではシリコンエピタキシャル層を成長する場合の温度補正方法について述べたが、成長される膜の種類が変わった場合には、その膜の成膜機構に応じて決まる反応律速温度域において同様に「薄膜成長速度 v s 基板の実温」を表す検量線を作成し、加熱源の設定温度と基板の実温とのずれ量を供給律速温度域における設定温度に加算すればよい。

【0023】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明では薄膜成長速度と基板の実温との間の相関を表す検量線にもとづいて温度補正を行うので、温度測定を実際に製造に使用する基板を用いて行うことができる。この検

量線を作成するにあたっては、使用する薄膜成長装置の温度特性を知るために、従来より用いられているイオン注入による試験用基板を用いることが精度上好適であるが、この温度特性を一旦把握した後はイオン注入による試験用基板は不要なので、温度測定にかかるコストや時間を大幅に削減することができる。本発明では、反応律速温度域で得られた装置固有の温度のずれ量を、実際の薄膜成長時には供給律速温度域内の設定温度に加算するが、薄膜成長温度を熱電対を用いてモニタすれば、温度設定を正確に行うことができる。本発明は、シリコンエピタキシャル成長における基板の実温の精密な制御を可能とし、その産業上の価値は極めて大きいものである。

【図面の簡単な説明】

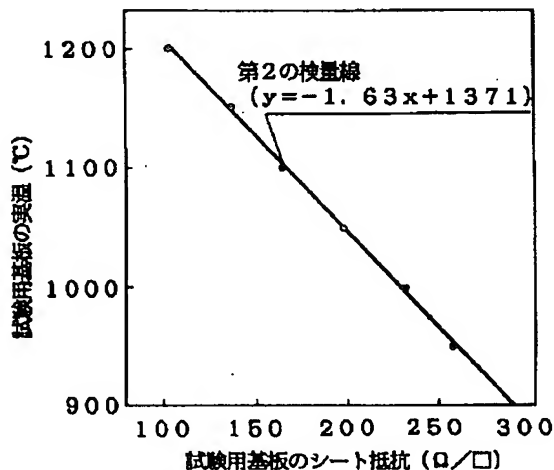
【図1】本発明による薄膜成長温度の補正方法の手順を示すフロー図である。

【図2】イオン注入による試験用基板のシート抵抗と試験用基板の実温との相関を表す第2の検量線のグラフである。

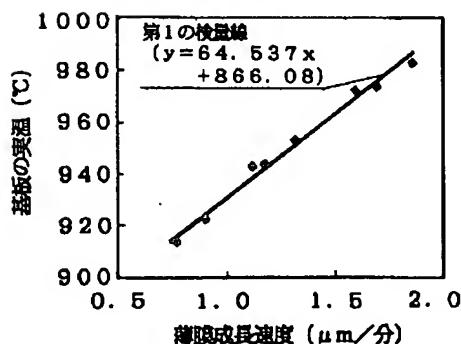
【図3】加熱源の設定温度と試験用基板の実温との相関を示すグラフである。

【図4】薄膜成長速度と基板の実温との相関を表す第1の検量線のグラフである。

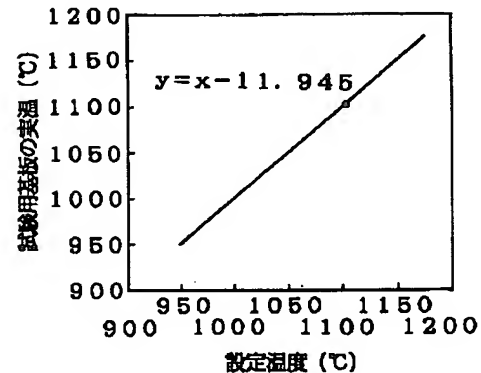
【図2】



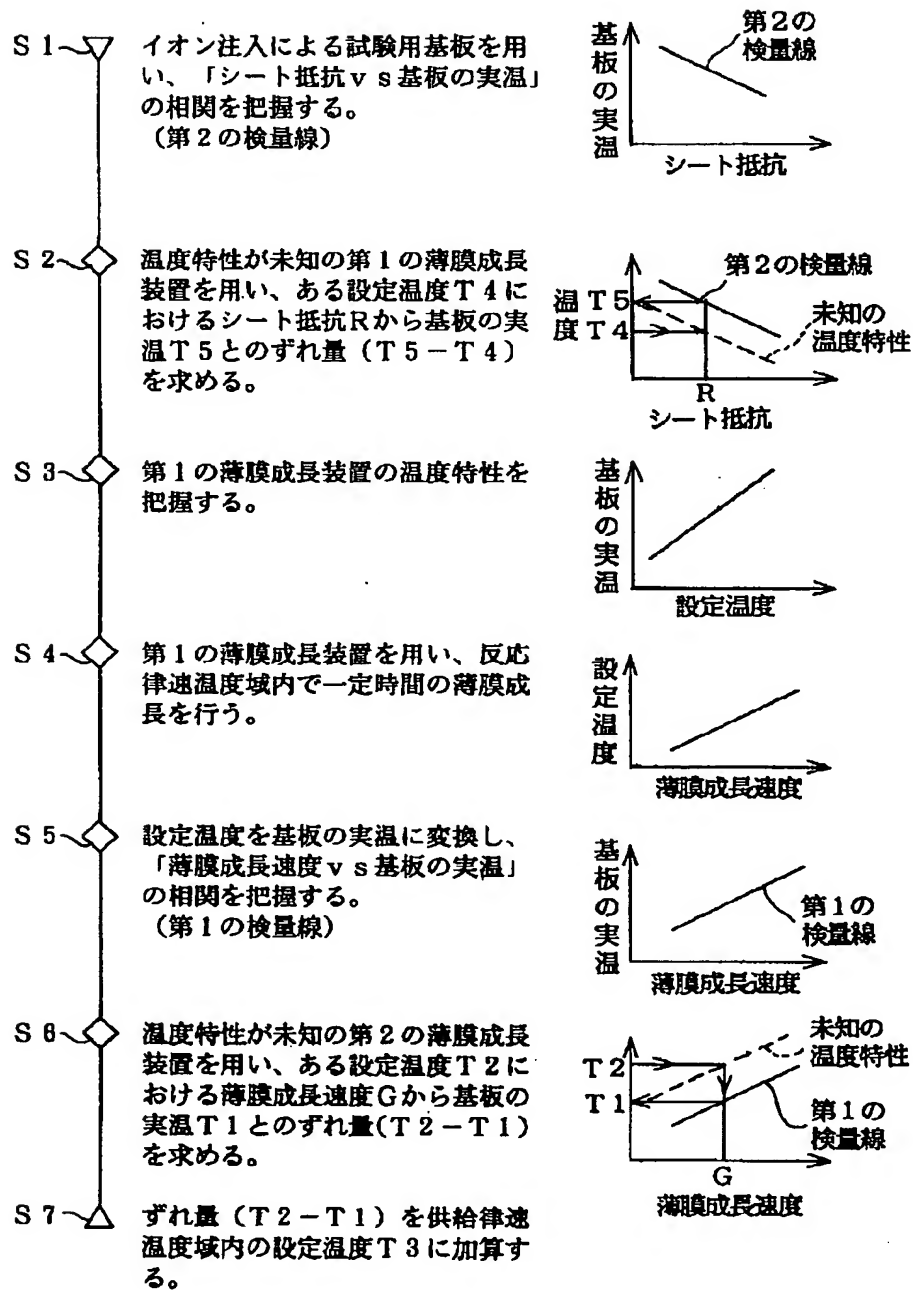
【図4】



【図3】



【図1】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平3-145121 (J P, A)
 特開 平5-291143 (J P, A)
 特開 平3-280529 (J P, A)
 特開 平8-97158 (J P, A)
 特開 平7-248264 (J P, A)
 特開 平3-142948 (J P, A)

(58) 調査した分野 (Int. Cl. ⁷, D B 名)
 H01L 21/205
 H01L 21/66
 G01K 7/00